

顕微鏡システム
MICROSCOPE SYSTEM

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosure of the following priority application is herein incorporated by reference:

Japanese Patent Application No. 2002-221520 filed July 30, 2002

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、オートフォーカス装置を備えた顕微鏡に関する。

2. Description of Related Art

顕微鏡のオートフォーカス装置として、画像コントラスト式のオートフォーカス装置（ＡＦ装置）が知られている。このＡＦ装置は、撮像した画像のコントラストを検出しながら試料ステージを上下方向（ z 軸方向）に移動し、コントラスト値が最大になる Z 座標を合焦位置とする。ＡＦ装置は検出した合焦位置までステージを移動し、合焦動作を完了する。

一般的に、撮像画像のコントラストを検出するためにＡＦ装置がステージを移動する Z 軸方向の範囲（サーチ範囲）に対して、高いコントラストが得られる範囲は非常に小さい。ステージをサーチ範囲に渡って移動するには時間を要するため、ＡＦ動作の開始からステージを合焦位置まで移動して停止させるまでの時間を短縮することが難しい。一方、ＡＦ動作の所要時間を短縮するためにサーチ範囲を極端に狭くすると、標本によってはサーチ範囲の外側に合焦範囲が存在する可能性もでてくる。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、素早く合焦位置を検出することができるAF装置を備えた顕微鏡システムを提供する。

本発明による顕微鏡システムは、標本を搭載するステージと、ステージに搭載された標本の像を形成する結像光学系と、結像光学系によって形成された標本の像を撮像する撮像装置と、撮像装置によって撮像された標本の画像に基づいて、標本の合焦位置を検出する合焦位置検出装置と、合焦位置検出装置によって検出された合焦位置を記憶する合焦位置記憶装置とを有し、合焦位置検出装置は、合焦動作を行うたびに、合焦位置記憶装置に記憶された合焦位置を中心としたサーチ範囲を設定し、設定したサーチ範囲でステージと結像光学系とを相対的に移動して新たに合焦位置を検出する。

合焦位置記憶装置の記憶内容をリセットするためのリセット動作を検出するリセット動作検出装置をさらに備え、合焦位置検出装置は、リセット動作検出装置によってリセット動作が検出されるまで、合焦動作を行うたびに合焦位置記憶装置に記憶された同一の合焦位置を利用してサーチ範囲を設定することが好ましい。

リセット動作検出装置は、リセット動作として、ステージからの標本の取り外しを検出してもよい。少なくともステージ、結像光学系、および撮像装置を収容するハウジングをさらに備え、ステージは、標本を載置する載物台と、ハウジングに設けられた開口を介して載物台をハウジング内に挿入およびハウジングから排出する移動部とを有し、リセット動作検出装置は、リセット動作として、ハウジングからの載物台の排出動作を検出してもよい。

合焦位置検出装置は、合焦動作を行う際に、合焦位置記憶装置に合焦位置が記憶されていない場合は、サーチ範囲よりも広い初期サーチ範囲で合焦位置を検出することが好ましい。標本がステージに配置されたときのステージの初期位置を記憶する位置記憶装置をさらに備え、合焦位置検出装置は、初期サーチ範囲で合焦位置を検出できない場合は、ステージを初期位置記憶装置に記憶された初期位置まで移動してもよい。合焦位置検出装置は、設定したサーチ範囲で合焦位置を新たに検出できない場合は、ステージを合焦位置記憶装置に記憶された合焦位置まで移動してもよい。

合焦位置検出装置は、リセット動作検出装置によってリセット動作が検出されると、合焦位置記憶装置の記憶内容を消去することが好ましい。

標本を保持するスライドガラスの交換動作を検出するスライドガラス検出装置と、スライドガラスに付与された固有の識別情報を検出する識別情報検出装置と、識別情報検出装置によって検出される識別情報を記憶する識別情報記憶装置と、スライドガラス検出装置の検出信号に基づいて、（１）スライドガラスの取り外し動作が検出された場合は、識別情報検出装置によって検出されたスライドガラスの識別情報と、合焦位置検出装置によって検出された合焦位置とを関連づけて識別情報記憶装置に記憶し、（２）スライドガラスの装着動作が検出された場合は、識別情報記憶装置から、識別情報検出装置によって検出されるスライドガラスの識別情報に対応する合焦位置を読み出し、読み出した合焦位置を合焦位置記憶装置に記憶する制御装置とをさらに備えてもよい。

撮像装置によって撮像された画像のコントラスト値を検出するコントラスト検出装置をさらに備え、合焦位置検出装置は、コントラスト検出装置によって検出されるコントラスト値に基づいて、標本の合焦位置を検出することが望ましい。

本発明によるオートフォーカス装置は、撮像装置と接続する接続部と、撮像装置は顕微鏡のステージに搭載され結像光学系を介して結像する標本の像を撮像して撮像画像のコントラスト値を検出し、接続部を介して取得されるコントラスト値に基づいて、標本の合焦位置を検出する合焦位置検出装置と、合焦位置検出装置によって検出された合焦位置を記憶する記憶装置と、記憶装置の記憶内容をリセットするためのリセット動作を検出するリセット動作検出装置とを有し、合焦位置検出装置は、（１）記憶部に記憶された合焦位置を中心としたサーチ範囲を設定し、設定したサーチ範囲でステージを結像光学系の光軸方向に移動して新たに合焦位置を検出するような指令を出力し、（２）リセット動作検出装置によってリセット動作が検出されると、記憶装置の前記記憶内容を消去する。

本発明による顕微鏡システムは、標本に対する対物レンズの合焦位置を検

出する合焦位置検出装置と、合焦位置検出装置によって検出される合焦位置に関する情報を記憶する合焦位置記憶装置と、合焦位置記憶装置に記憶された合焦位置情報に基づいてサーチ範囲を決定し、サーチ範囲内で合焦位置検出動作を行うよう合焦位置検出装置を制御するサーチ装置と、合焦位置記憶装置に記憶された合焦位置情報をリセットするリセット装置と、合焦位置情報が合焦位置記憶装置に一旦記憶されると、リセット装置が作動するまで合焦位置記憶装置に合焦位置情報を維持させる制御装置とを有する。

標本を保持するスライドガラスの交換動作を検出するスライドガラス検出装置と、スライドガラスに付与された固有の識別情報を検出する識別情報検出装置と、識別情報検出装置によって検出される識別情報を記憶する識別情報記憶装置とをさらに備え、スライドガラス検出装置によってスライドガラスの取り外し動作が検出された場合、（１）制御装置は、識別情報検出装置によって検出されたスライドガラスの識別情報と、合焦位置検出装置によって検出された合焦位置情報とを関連づけて識別情報記憶装置に記憶し、（２）リセット装置は、合焦位置記憶装置の合焦位置情報をリセットし、スライドガラス検出装置によってスライドガラスの装着動作が検出された場合、制御装置は、識別情報記憶装置から、識別情報検出装置によって検出されるスライドガラスの識別情報に対応する合焦位置情報を読み出し、読み出した合焦位置情報を合焦位置記憶装置に記憶することが好ましい。

本発明による顕微鏡のオートフォーカス制御方法は、ステージに搭載された標本の像を撮像し、撮像された標本の画像から、対物レンズに対する標本の合焦位置を検出し、記憶装置に合焦位置を記憶し、合焦動作の開始が指示されると、記憶装置に記憶された合焦位置を中心としたサーチ範囲内で、ステージと対物レンズとを相対的に移動して新たに合焦位置を検出する。標本が対物レンズの光軸上から取り除かれると、記憶装置に記憶された合焦位置の情報を消去することが好ましい。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図１は、本発明の第１の実施の形態のＡＦ装置を備えた顕微鏡システムの

全体構成を示す図である

図 2 は、図 1 に示す顕微鏡システムの A F 動作の処理手順を示すフローチャートである。

図 3 は、図 1 の顕微鏡システムのステージの上面図である。

図 4 は、図 3 に示すステージの標本ホルダがスライドガラスを保持している状態の上面図である。

図 5 は、図 3 に示すステージの標本ホルダがスライドガラスを保持していない状態の上面図である。

図 6 は、スライドガラス上の標本を示す図である。

図 7 は、A F 動作の際の、ステージの Z 方向のサーチ範囲を示す図である。

図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態の A F 装置を備えた顕微鏡システムの全体構成を示す図である。

図 9 は、図 8 に示す顕微鏡の内部構造を示す切り欠き斜視図である。

図 10 は、本発明の第 3 の実施の形態の A F 装置を備えた顕微鏡システム、とくに顕微鏡の構成を示す切り欠き斜視図である。

図 11 は、第 3 の実施の形態の顕微鏡システムで用いるスライドガラスとそのバーコードを示す上面図である。

図 12 は、第 3 の実施の形態の顕微鏡システムの A F 動作の処理手順を示すフローチャートである。

図 13 は、第 3 の実施の形態の顕微鏡システムの A F 動作の処理手順を示すフローチャートである。

図 14 は、画像コントラスト式の A F 装置において A F 動作を行う際に得られるコントラスト値と、ステージの Z 座標との関係の一例を示す図である。

DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

－ 第 1 の実施の形態 －

本発明の第 1 の実施の形態による顕微鏡システムについて図 1 ～図 7 を用いて説明する。

図 1 に示すように第 1 の実施の形態の顕微鏡システムは、顕微鏡 10 と、

オートフォーカス（ＡＦ）装置とを有する。ＡＦ装置は、顕微鏡１０に接続されたカメラヘッド３１、画像処理装置３３、およびテレビモニタ３４を備えている。顕微鏡１０は、標本を搭載するステージ２０、対物レンズ１４、鏡筒１６、接眼レンズ１７、直筒１８、光源１２、コンデンサレンズ１３、および、これらを支持する本体１１を備えている。なお、対物レンズ１４、鏡筒１６および直筒１８が、ステージ２０に搭載された標本の像を形成する結像光学系を構成し、対物レンズ１４、鏡筒１６および接眼レンズ１７が、ユーザが直接、標本を観察するための観察光学系を構成する。

ＡＦ装置のカメラヘッド３１は、直筒１８に取り付けられている。また、本体１１の内部には、ステージ２０を対物レンズ１４の光軸方向、すなわち鉛直方向（ z 軸方向）に移動させるためのステージ駆動部２１が備えられている。ステージ駆動部２１はステージ２０を駆動するモータおよび機構部を備え、信号ライン２２を介して画像処理装置３３に接続されている。ＡＦ装置が動作している際は、ステージ駆動部２１は画像処理装置３３の出力信号に応じてモータの駆動を制御する。ＡＦ装置は、モータの駆動によりステージ２０を z 軸方向に移動させて合焦位置のサーチを行う。

図３に示すように、ステージ２０には標本ホルダ２１が２つのクランプネジ２４により固定されている。ステージ２０は、標本ホルダ２１を図示の x 方向および y 方向にそれぞれ移動させる機構を有している。

標本ホルダ２１は、図４および図５に示すように固定爪２２および可動爪２３を備える。標本ホルダ２１は、バネ機構２３ａで付勢された可動爪２３と固定爪２２との間に、試料として標本を搭載したスライドガラス１をはさみ込むことにより、スライドガラス１を保持する。固定爪２２には、検出レバー３２を備えたマイクロスイッチ３１が固定されている。マイクロスイッチ３１は、図４に示すように検出レバー３２がスライドガラス１によって押し込まれた位置にあるか、または図５に示すように検出レバー３２が開放されて突出した位置にあるかを検出することにより、スライドガラス１が標本ホルダ２１に装着されているか否かを検出することができる。

このような顕微鏡システムにおいて、試料としてスライドガラス１とカバ

ーガラスに挟んだ標本を、ステージ 20 上の標本ホルダ 21 に保持させ観察する場合、光源 12 から出射された光は、コンデンサレンズ 13 で集光され、スライドガラス 1 上の標本に照射される。標本からの反射光は、対物レンズ 14、鏡筒 16 および直筒 18 等の結像光学系を経て、カメラヘッド 31 に内蔵されている CCD 撮像面（不図示）に光学像として結像する。標本の光学像は CCD により画像信号に変換され、信号ライン 32 を介して画像処理装置 33 に送られる。画像処理装置 33 は、画像をテレビモニタ 34 に映像として表示させる。また、接眼レンズ 17 によりユーザが直接標本像を観察することもできる。

以下、AF 装置の合焦動作について図 2、図 6、および図 7 を用いて説明する。

まず、AF 装置において実行する画像コントラスト方式の AF 動作について、簡単に説明する。画像コントラスト式の AF 装置は、撮像した標本の画像のコントラストを検出しながらステージ 20 を Z 軸方向に移動し、撮像画像のコントラスト値が最大になる Z 座標を合焦位置とする。

AF 装置は、例えばステージ 20 を z 軸のプラス方向に移動しながら、検出した撮像画像のコントラストをプロファイルする。図 14 に、z 軸方向のステージ位置とコントラスト値との関係を示す。AF 装置は、図 14 に示すような山形のプロファイルからコントラスト最大値の Z 座標 Z_f を求める。そして、AF 装置は、算出した座標 Z_f までステージ 20 を z 軸のマイナス方向に移動させる。このように、ステージ 20 を合焦位置の座標 Z_f に位置決めして合焦動作が完了する。

画像処理装置 33 は、CPU 33b とメモリ 33c とを内蔵する。CPU 33b は、コントラスト検出機能および AF 機能を有する。具体的には、CPU 33b は、メモリ 33c 内に予め格納されたコントラスト検出プログラムを読み込んで実行し、カメラヘッド 31 が取り込んだ画像を処理して、画像のコントラストを検出する。また、CPU 33b は、メモリ 33c 内に予め格納された AF 制御プログラムを読み込んで実行し、ステージ 20 を最終的に合焦位置に移動させて AF 動作を行う。

画像処理装置 3 3 の筐体には、ユーザによる A F 動作の開始の指示を受け付けるための A F ボタン 3 3 a が備えられている。メモリ 3 3 c 内には、合焦位置の Z 座標を格納するための領域（以下、ピント位置メモリ 3 3 d と称する）と、A F 動作開始前の Z 座標を格納するための領域（以下、初期値メモリ 3 3 e と称する）とが設けられている。

A F 装置における A F 動作について、図 2 のフローチャートを用いて説明する。まず、ユーザはステージ 2 0 の不図示の X, Y 駆動機構を操作して、標本を x 軸方向および y 軸方向に移動する。ここでは、図 6 に示すように、スライドガラス 1 とカバーガラス 2 に挟まれた標本 6 0 1 の点 A (X 1, Y 1) を対物レンズ 1 4 に対向させた状態で、観察を開始する場合について説明する。なお、この段階では、点 A は対物レンズ 1 4 には合焦しておらず、点 A の Z 座標は座標 Z 0 にある。この時点での Z 座標 Z 0 を、図 7 に示すようにステージ 2 0 の初期位置とする。

ステップ S 2 0 1 で C P U 3 3 b は、A F ボタン 3 3 a がオンされたか否かを判定する。ユーザが A F ボタン 3 3 a を押下することにより A F 動作の開始を指示した場合には、ステップ S 2 0 2 へ進む。ステップ S 2 0 2 で C P U 3 3 b は、ピント位置メモリ 3 3 d 内にすでに合焦位置の Z 座標が格納されているか否かを判定する。合焦位置の Z 座標が格納されていない場合には、ステップ S 2 0 6 へ進む。ステップ S 2 0 6 では、現在の点 A の Z 座標 Z 0 を初期値として初期値メモリ 3 3 e に格納し、ステップ S 2 0 7 へ進む。

ステップ S 2 0 7 では、サーチ範囲を設定する。サーチ範囲は、標本 6 0 1 の撮像画像のコントラストを検出するためにステージ 2 0 を z 軸方向に移動する範囲である。ここでは、サーチ範囲を設定するために、予め設定した Z 座標 Z min、Z max をメモリ 3 3 c から読み出す。座標 Z min と座標 Z max は、ステージ 2 0 の可動範囲内で予め定められた絶対座標である。座標 Z min から座標 Z max までの距離は、スライドガラス 1 の厚さの規格が 0.9 mm から 1.2 mm であることを考慮して、例えば 0.50 mm に設定する。サーチ範囲を設定した後、ステップ S 2 0 4 へ進む。

ステップ 2 0 4 で C P U 3 3 b は、ステージ駆動部 2 1 に制御信号を出力

し、設定したサーチ範囲、すなわち座標 Z_{\min} から座標 Z_{\max} に渡ってステージ 20 を移動させる。ステップ S 205 で CPU 33 b は、ステージ 20 が座標 Z_{\min} から座標 Z_{\max} まで移動している間、予め定めたサンプリング間隔でカメラヘッド 31 が取り込んだ画像のコントラストを検出する。CPU 33 b は、検出したコントラスト値とステージ 20 の Z 座標との関係をプロファイルする。

つづくステップ S 208 で CPU 33 b は、ステップ S 205 で得られたプロファイルが有効であるか否かを判定する。具体的には、図 14 に示すようにコントラスト値の高い山形のプロファイルが存在し、サーチ範囲内に合焦位置が含まれているか否かを判定する。山形のプロファイルが含まれている場合は、ステップ S 209 へ進む。

ステップ S 209 では、コントラスト値のピーク位置の Z 座標 $Z_f = Z_1$ を求め、座標 Z_1 を点 A の合焦位置とする。ステップ S 210 で CPU 33 b は、検出した合焦位置の座標 Z_1 までステージ 20 を移動させるように、ステージ駆動部 21 に制御信号を出力する。ステージ 20 は、ステージ駆動部 21 のモータの駆動により合焦位置の座標 Z_1 まで移動して停止する。これにより、ユーザは対物レンズ 14 が標本 301 の点 A に合焦した状態で観察を行うことができる。

ステップ S 215 で CPU 33 b は、ピント位置メモリ 33 d に合焦位置の Z 座標のデータが既に格納されているか否かを判定する。ここでは、まだピント位置メモリ 33 d には Z 座標は格納されていないので、ステップ S 215 が否定判定されてステップ 216 へ進む。ステップ S 216 で CPU 33 b は、ステップ 209 で検出した合焦位置の座標 Z_1 をピント位置メモリ 33 d に格納する。

つぎに、ステップ S 218 で CPU 33 b は、マイクロスイッチ 31 からの信号に基づいて、スライドガラス 1 が標本ホルダ 21 に装着されているか否かを判定する。スライドガラス 1 が装着されている場合には同じ試料で観察が続行されていると判断し、ステップ 201 に戻る。

次に、標本ホルダ 21 にスライドガラス 1 が装着された状態で再び A F 動

作を行う場合について説明する。例えばユーザが図 6 に示すように観察位置を点 A (X 1, Y 1) から点 B (X 2, Y 2) にずらした後、点 B で A F 動作を実行する場合、またはユーザが自らステージ 2 0 を z 方向に移動した後、再度点 A で A F 動作を実行する場合、ユーザは再び A F ボタン 3 3 a を押す。

ステップ S 2 0 1 で A F ボタン 3 3 a がオンされたことが検出されると、ステップ S 2 0 2 で C P U 3 3 b は、ピント位置メモリ 3 3 d に合焦位置の Z 座標が格納されているか否かを判定する。ピント位置メモリ 3 3 d には、先ほどステップ S 2 1 6 で格納した座標 Z 1 が記憶されているので、今度はステップ S 2 0 3 に進む。ステップ S 2 0 3 では、ピント位置メモリ 3 3 d に格納されている座標 Z 1 を読み出し、読み出した座標 Z 1 を中心に予め定めた範囲を設定して、サーチ範囲を決定する。具体的には、ピント位置メモリ 3 3 d に格納されている座標 Z 1 に予め定めた値、例えば $\pm 20 \mu\text{m}$ を加えることにより、座標 $(Z 1 - 20 \mu\text{m})$ から座標 $(Z 1 + 20 \mu\text{m})$ の範囲をサーチ範囲として決定する。なお、ステップ S 2 0 3 で設定したサーチ範囲は、ピント位置メモリ 3 3 d に合焦位置が記憶されていない場合にステップ S 2 0 7 で設定したサーチ範囲 (0.5 mm) の 10 分の 1 以下の狭い範囲である。

つぎにステップ S 2 0 4 において、ステップ S 2 0 3 で設定したサーチ範囲 $(Z 1 \pm 20 \mu\text{m})$ に渡って、ステージ 2 0 を移動させる。ステップ S 2 0 5 では、サーチ範囲における撮像画像のコントラストを検出し、プロファイルを得る。ステップ S 2 0 8 で山形のプロファイルが含まれていると判定されると、ステップ S 2 0 9 でコントラスト値のピークの Z 座標を検出することにより、あらたな合焦位置の座標 Z 2 を求める。ステップ S 2 1 0 では、ステップ S 2 0 9 で求めた合焦位置の座標 Z 2 までステージ 2 0 を移動させて停止する。これにより標本 6 0 1 の所望の観察位置を合焦状態で観察を行うことができる。

なお、この場合は、既にピント位置メモリ 3 3 d に点 A の合焦位置の座標 Z 1 が格納されているので、ステップ S 2 1 5 が肯定判定され、今回設定した座標 Z 2 の格納は行わずにステップ 2 1 8 に進む。スライドガラス 1 が標

本ホルダ 2 1 から外されていないければ、ステップ S 2 1 8 が否定判定され、同じ試料で観察を続行していると判断して、ステップ S 2 0 1 に戻る。

また、ステップ S 2 0 8 が否定判定され、撮像画像のコントラストのプロファイルが有効でない場合、すなわち山形のプロファイルが得られなかった場合は、ステップ S 2 1 1 へ進む。この場合、対物レンズ 1 4 がスライドガラス 1 上で標本の存在しない部分を観察していると考えられる。そこで、ステップ S 2 1 1 で C P U 3 3 b は、対物レンズ 1 4 の光軸上に標本が存在しないことを知らせるエラー表示をモニター 3 4 に表示させる。

その後、ステップ S 2 1 2 で C P U 3 3 b は、ピント位置メモリ 3 3 d に合焦位置の座標が格納されているか否かを判定する。ステップ S 2 1 2 が肯定判定され、合焦位置の座標 Z 1 がメモリ 3 3 d に格納されている場合は、ステップ S 2 1 3 へ進む。ステップ S 2 1 3 では合焦位置の座標 Z 1 を読み出して、ステージ 2 0 を座標 Z 1 に移動させる。一方、ステップ S 2 1 2 が否定判定され、ピント位置メモリ 3 3 d に合焦位置の座標が格納されていない場合は、ステップ S 2 1 4 へ進む。ステップ S 2 1 4 では、初期値メモリ 3 3 e に格納されているステージ 2 0 の初期座標 Z 0 を読み出し、ステージ 2 0 を初期座標 Z 0 に移動する。これにより、有効なプロファイルが得られなかった場合でも、ステージ 2 0 を同じ試料についての前回以前の合焦位置の座標 Z 1、もしくは初期位置 Z 0 に戻すことができる。

なお、ステップ S 2 1 8 が肯定判定され、スライドガラス 1 が標本ホルダ 2 1 から外されたことを検出した場合には、ステップ S 2 1 9 へ進む。メモリ 3 3 d、3 3 e に格納された合焦位置の座標 Z 1 および初期値 Z 0 は別の試料には使えないため、ステップ S 2 1 9 で C P U 3 3 b は、ピント位置メモリ 3 3 d および初期値メモリ 3 3 e 内のデータをすべて消去する。

以上説明したように、ピント位置メモリ 3 3 d に合焦位置の座標が格納されている場合には、合焦位置のサーチ範囲を小さくすることができる。すなわち、メモリ 3 3 d に既に合焦位置の座標が格納されている場合は、スライドガラス 1 が取り替えられておらず、同じ標本 6 0 1 について再び A F 動作を行おうとしていることを意味する。したがって、標本 6 0 1 の厚さのばら

つきによる合焦位置のずれのみを考慮すればよい。ため、予め設定した初期のサーチ範囲よりも大幅に狭い範囲を新たなサーチ範囲として設定することができる。これにより、同じ試料について行う2回目以降のAF動作を高速で行うことができる。

なお、絶対座標 Z_{min} と Z_{max} で定める初期のサーチ範囲を 0.5 mm 、同じ標本に対する2回目以降のサーチ範囲を1回目の合焦位置の座標 $Z_1 \pm 20\text{ }\mu\text{ m}$ と定めているが、数値はこれらに限定されるものではない。例えば、ステージ20のz軸方向のストローク、またはユーザが通常用いる標本の厚さのばらつきを考慮してサーチ範囲を決定することができる。なお、2回目以降のサーチ範囲の値（ここでは $\pm 20\text{ }\mu\text{ m}$ ）をユーザが入力するように構成することも可能である。

このように、第1の実施の形態の顕微鏡システムは、ある試料に対する1回目のAF動作で検出した合焦位置の座標 Z_1 を、ピント位置メモリ33dに格納する。ユーザが同じ試料についてX、Y座標を移動させた場合、または同じX、Y座標であってもユーザが標本のZ座標を移動させた場合には、メモリ33dに記憶された合焦位置の座標 Z_1 を中心として、新たなサーチ範囲を設定する。新たなサーチ範囲は、初期のサーチ範囲に比べて十分に狭く設定される。同じ試料に対する2回目以降のAF動作は、新たに設定した狭いサーチ範囲内でコントラストの検出を行うため、素早く合焦位置を検出することができる。また、スライドガラス1上の標本がない部位でユーザがAF動作を行わせた場合でも、ステージ20を1回目の合焦位置の座標 Z_1 もしくは初期座標 Z_0 に戻すことができる。

試料が別の試料に交換された場合には、ピント位置メモリ33d、および初期値メモリ33eに記憶されたデータを消去するため、試料ごとに合焦位置のZ座標をリセットすることができる。

上述の第1の実施の形態では、試料が交換されるまで、1回目のAF動作で検出した合焦位置の座標 Z_1 をピント位置メモリ33dに格納し続けた。ただし、AF動作を行うたびに、ピント位置メモリ33dに記憶するZ座標を更新するよう構成することもできる。具体的には、図2のフローチャート

のステップ S 2 1 5 が肯定判定された場合に、今回の A F 動作で検出した合焦位置の Z 座標、例えば 2 回目の合焦位置の座標 Z 2 をピント位置メモリ 3 3 d に格納し、合焦位置の Z 座標を更新する。その後、ステップ S 2 1 8 へ進む。

－ 第 2 の実施の形態 －

つぎに、本発明の第 2 の実施の形態の顕微鏡システムを、図 8 および図 9 を用いて説明する。

図 8 および図 9 に示すように、第 2 の実施の形態による顕微鏡システム 8 1 0 は、顕微鏡の構成要素、すなわち光源 1 2、コンデンサレンズ 1 3、ステージ 2 0、対物レンズ 1 4、第 2 対物レンズ 1 5 等の光学系およびステージ 2 0 の駆動機構を、全て箱状のハウジング 4 1 に収めている。また、顕微鏡システム 8 1 0 は、接眼レンズ 1 7 は備えず、撮像素子 3 2 を内蔵している。撮像素子 3 2 によって取得した標本の画像信号は、ハウジング 4 1 内に配置された画像処理部 3 3 で処理される。顕微鏡システム 8 1 0 は、画像処理部 3 3 で処理した標本の画像をモニタ 3 4 に写しだすように構成されている。ステージ 2 0 の移動、合焦動作、倍率の切換等の駆動機構は、全て電動化されている。ユーザは付属のコントロールパッド 3 6 を操作することによって、これらの動作を指示する。とくに、ユーザはコントロールパッド 3 6 を操作することにより、A F 動作の開始を指示することができる。

ステージ 2 0 は、y 軸方向に移動するクロスローラガイド 2 5 の上に x 軸方向に移動するクロスローラガイド 2 6 が搭載された形状となっている。ステージ 2 0 は、それぞれのクロスローラガイド 2 5、2 6 に対して、ステッピングモータ（不図示）とリードネジ（不図示）を備えている。x 軸方向のクロスローラガイド 2 6 には載物台 2 7 が搭載されている。載物台 2 7 は、クロスローラガイド 2 5、2 6 によって、x 軸方向、y 軸方向に電動駆動させることができる。また、y 軸方向クロスローラガイド 2 5 は、不図示の z 軸方向の駆動機構に搭載され、モータにより z 軸方向に駆動することができる。

載物台 2 7 には、スライドガラス 1 を保持する矩形の開口部が設けられて

いる。ステージ 20 は、x 軸方向の可動範囲が大きくとられている。したがって、載物台 27 のスライドガラス保持部の全てを、ハウジング 41 のスリット状の開口部 41 a からハウジング 41 の外まで移動することができる。ユーザが、付属のコントロールパッド 36 によりモニタ 34 のディスプレイに表示されているローディングボタン 35 をクリックすると、載物台 27 を開口 41 a からロード（外部からハウジング 41 内への引き込み）、またはアンロード（ハウジング 41 から外部への吐き出し）を行うことができる。

画像処理部 33 の動作は、第 1 の実施の形態で説明した画像処理装置とほぼ同様である。ただし、第 2 の実施の形態では、載物台 27 のローディングの操作を標本交換と判断する。具体的には、第 1 の実施の形態で説明した図 2 のフローチャートのステップ S 218 でスライドガラス 1 が外されたか否かを判定するために、CPU 33 b は、ユーザが載物台 27 のアンロードの操作を行ったか否かを判定する。ユーザがコントロールパッド 36 によりアンロード操作を行った場合には、ステップ S 219 へ進んでピント位置メモリ 33 d のデータを消去する。これにより、上述した第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。

なお、第 2 の実施の形態の顕微鏡システムにおいて、載物台 27 にスライドガラス 1 が装着されているか否かを検出するための、例えば第 1 の実施の形態と同様の検出部を配置することも可能である。この場合、CPU 33 b は、検出部の検出結果により、図 2 のステップ S 218 でスライドガラス 1 が外されたか否かを判定する。

－ 第 3 の実施の形態 －

本発明の第 3 の実施の形態による顕微鏡システムを、図 10 ～図 13 を用いて説明する。

図 10 に示すように、第 3 の実施の形態による顕微鏡システム 1010 は、上述した第 2 実施の形態の顕微鏡システム 810 と同様の構成である。ただし、顕微鏡システム 1010 は、ハウジング 41 の開口 41 a の内側に、スライドガラス 1 に付されたバーコード等の識別記号を読み取る読みとり部 42 をさらに備えている。図 11 に示すように、スライドガラス 1 にはスラ

イドガラス 1 ごとの固有の記号であるバーコード 3 が添付されている。顕微鏡システム 1 0 1 0 は、バーコード 3 が添付されたスライドガラス 1 を用いることにより、載物台 2 7 に搭載されたスライドガラス 1 を特定することができる。

第 3 の実施の形態では、ハウジング 4 1 内の画像処理部 3 3 は、メモリ 3 3 c 内に、ピント位置メモリ 3 3 d と初期値メモリ 3 3 e に加えて、バーコード 3 の情報と合焦位置の Z 座標とを対応させたテーブルを格納するための領域であるバーコード情報メモリ 3 3 f を有している。

図 1 2 および図 1 3 に、第 3 の実施の形態による画像処理部 3 3 の動作のフローチャートを示す。第 3 の実施の形態による画像処理部 3 3 における処理は、上述した第 1 の実施の形態とほぼ同様である。ただし、第 3 の実施の形態においては、コントロールパッド 3 6 の操作による A F 動作の開始指示を検出する前に、スライドガラス 1 のバーコード 3 の読み取りを行う。

ユーザが付属のコントロールパッド 3 6 で試料をロードする操作をする
と、ステップ S 1 2 0 1 で画像処理部 3 3 の C P U は、読みとり部 4 2 にバーコード 3 の読みとりを指示する。ステップ S 1 2 0 2 では、読みとったバーコード情報をバーコード情報メモリ 3 3 f のテーブルに参照し、同じバーコード情報が格納されているか否かを判定する。ステップ S 1 2 0 2 が肯定判定され、同じバーコード情報がメモリ 3 3 f にある場合は、ステップ S 1 2 0 3 へ進む。

ステップ S 1 2 0 3 では、読み取ったバーコード情報に対応する Z 座標の情報をメモリ 3 3 f から読み出す。ここで読み出した Z 座標は、同じスライドガラス 1 について前回以前の A F 動作で検出し、格納した合焦位置の Z 座標である。そこで、C P U は、バーコード情報に対応する Z 座標をピント位置メモリ 3 3 d に格納する。この後、ステップ S 2 0 1 に進む。ステップ S 2 0 1 ～ S 2 1 8 における処理は、上述した第 1 の実施の形態で説明した図 2 のフローチャートにおける処理と同様である。

あるスライドガラス 1 について以前に A F 動作を行っている場合は、ステップ S 2 0 3 において、メモリ 3 3 d に記憶された合焦位置の Z 座標を用い

てサーチ範囲を決定する。これにより、前回の合焦位置のZ座標を中心とした狭い範囲をサーチして素早く合焦位置を検出することができる。

図13のステップS218が肯定判定され、載物台27がアンロードされたことを検出した場合、もしくはスライドガラス1が外されたことを検出した場合には、ステップS1301に進む。ステップS1301では、ステップS1201で検出したバーコード情報と同じ情報がバーコード情報メモリ33fに格納されているか否かを判定する。ステップS1301が否定判定されると、ステップS1302へ進む。ステップS1302では、ピント位置メモリ33dに現在格納されているZ座標をバーコード情報と対応させて、バーコード情報メモリ33fに格納する。その後、ステップS219に進み、ピント位置メモリ33d内のデータを消去する。

これにより、次回、同じスライドガラス1が載物台27に搭載された場合には、AF動作を行う際に今回格納したZ座標をステップS1203で読み出して用いることができる。

このように、第3の実施の形態の顕微鏡システムによれば、スライドガラス1ごとに固有の合焦位置のZ座標を記憶することができる。これにより、過去にスライドガラス1についてAF動作を行っていれば、狭い範囲のサーチで素早く合焦位置を検出することができる。

上記第1から第3の実施の形態では、試料の合焦位置を検出するために、ステージ20をz軸方向に移動したが、ステージ20は固定として対物レンズ14を含む結像光学系を光軸に沿って移動することも可能である。

上記第1の実施の形態においては、図1に示すように画像処理装置33を顕微鏡10から独立して設けたが、これには限定されず、画像処理装置33を顕微鏡10の本体11の内部に収めてもよい。

The above-described embodiments are examples, and various modifications can be made without departing from the spirit and scope of the invention.

What is claimed is:

1. 顕微鏡システムは、

標本を搭載するステージと、

前記ステージに搭載された前記標本の像を形成する結像光学系と、

前記結像光学系によって形成された前記標本の像を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置によって撮像された前記標本の画像に基づいて、前記標本の合焦位置を検出する合焦位置検出装置と、

前記合焦位置検出装置によって検出された前記合焦位置を記憶する合焦位置記憶装置とを有し、

前記合焦位置検出装置は、合焦動作を行うたびに、前記合焦位置記憶装置に記憶された前記合焦位置を中心としたサーチ範囲を設定し、設定した前記サーチ範囲で前記ステージと前記結像光学系とを相対的に移動して新たに前記合焦位置を検出する。

2. 請求項1に記載の顕微鏡システムは、

前記合焦位置記憶装置の記憶内容をリセットするためのリセット動作を検出するリセット動作検出装置をさらに備え、

前記合焦位置検出装置は、前記リセット動作検出装置によって前記リセット動作が検出されるまで、合焦動作を行うたびに前記合焦位置記憶装置に記憶された同一の合焦位置を利用して前記サーチ範囲を設定する。

3. 請求項2に記載の顕微鏡システムにおいて、

前記リセット動作検出装置は、前記リセット動作として、前記ステージからの前記標本の取り外しを検出する。

4. 請求項2に記載の顕微鏡システムは、

少なくとも前記ステージ、前記結像光学系、および前記撮像装置を収容するハウジングをさらに備え、

前記ステージは、前記標本を載置する載物台と、前記ハウジングに設けられた開口を介して前記載物台を前記ハウジング内に挿入および前記ハウジングから排出する移動部とを有し、

前記リセット動作検出装置は、前記リセット動作として、前記ハウジングからの前記載物台の排出動作を検出する。

5. 請求項1に記載の顕微鏡システムにおいて、

前記合焦位置検出装置は、合焦動作を行う際に、前記合焦位置記憶装置に前記合焦位置が記憶されていない場合は、前記サーチ範囲よりも広い初期サーチ範囲で前記合焦位置を検出する。

6. 請求項5に記載の顕微鏡システムは、

前記標本が前記ステージに配置されたときの前記ステージの初期位置を記憶する初期位置記憶装置をさらに備え、

前記合焦位置検出装置は、前記初期サーチ範囲で前記合焦位置を検出できない場合は、前記ステージを前記初期位置記憶装置に記憶された前記初期位置まで移動する。

7. 請求項1に記載の顕微鏡システムにおいて、

前記合焦位置検出装置は、設定した前記サーチ範囲で前記合焦位置を新たに検出できない場合は、前記ステージを前記合焦位置記憶装置に記憶された前記合焦位置まで移動する。

8. 請求項2に記載の顕微鏡システムにおいて、

前記合焦位置検出装置は、前記リセット動作検出装置によって前記リセット動作が検出されると、前記合焦位置記憶装置の記憶内容を消去する。

9. 請求項1に記載の顕微鏡システムは、

前記標本を保持するスライドガラスの交換動作を検出するスライドガラ

ス検出装置と、

前記スライドガラスに付与された固有の識別情報を検出する識別情報検出装置と、

前記識別情報検出装置によって検出される前記識別情報を記憶する識別情報記憶装置と、

前記スライドガラス検出装置の検出信号に基づいて、（１）前記スライドガラスの取り外し動作が検出された場合は、前記識別情報検出装置によって検出された前記スライドガラスの前記識別情報と、前記合焦位置検出装置によって検出された前記合焦位置とを関連づけて前記識別情報記憶装置に記憶し、（２）前記スライドガラスの装着動作が検出された場合は、前記識別情報記憶装置から、前記識別情報検出装置によって検出される前記スライドガラスの前記識別情報に対応する前記合焦位置を読み出し、読み出した前記合焦位置を前記合焦位置記憶装置に記憶する制御装置とをさらに備える。

１０．請求項１に記載の顕微鏡システムは、

前記撮像装置によって撮像された前記画像のコントラスト値を検出するコントラスト検出装置をさらに備え、

前記合焦位置検出装置は、前記コントラスト検出装置によって検出される前記コントラスト値に基づいて、前記標本の前記合焦位置を検出する。

１１．オートフォーカス装置は、

撮像装置と接続する接続部と、前記撮像装置は、顕微鏡のステージに搭載され、結像光学系を介して結像する標本の像を撮像して、撮像画像のコントラスト値を検出し、

前記接続部を介して取得される前記コントラスト値に基づいて、前記標本の合焦位置を検出する合焦位置検出装置と、

前記合焦位置検出装置によって検出された前記合焦位置を記憶する記憶装置と、

前記記憶装置の記憶内容をリセットするためのリセット動作を検出する

リセット動作検出装置とを有し、

前記合焦位置検出装置は、（１）前記記憶部に記憶された前記合焦位置を中心としたサーチ範囲を設定し、設定した前記サーチ範囲で前記ステージを前記結像光学系の光軸方向に移動して新たに前記合焦位置を検出するような指令を出力し、（２）前記リセット動作検出装置によって前記リセット動作が検出されると、前記記憶装置の前記記憶内容を消去する。

１２．顕微鏡システムは、

標本の合焦位置を検出する合焦位置検出装置と、

前記合焦位置検出装置によって検出される前記合焦位置に関する情報を記憶する合焦位置記憶装置と、

前記合焦位置記憶装置に記憶された合焦位置情報に基づいてサーチ範囲を決定し、前記サーチ範囲内で合焦位置検出動作を行うよう前記合焦位置検出装置を制御するサーチ装置と、

前記合焦位置記憶装置に記憶された前記合焦位置情報をリセットするリセット装置と、

前記合焦位置情報が前記合焦位置記憶装置に一旦記憶されると、前記リセット装置が作動するまで前記合焦位置記憶装置に前記合焦位置情報を維持させる制御装置とを有する。

１３．請求項１２に記載の顕微鏡システムは、

前記標本を保持するスライドガラスの交換動作を検出するスライドガラス検出装置と、

前記スライドガラスに付与された固有の識別情報を検出する識別情報検出装置と、

前記識別情報検出装置によって検出される前記識別情報を記憶する識別情報記憶装置とをさらに備え、

前記スライドガラス検出装置によって前記スライドガラスの取り外し動作が検出された場合、（１）前記制御装置は、前記識別情報検出装置によっ

て検出された前記スライドガラスの前記識別情報と、前記合焦位置検出装置によって検出された前記合焦位置情報とを関連づけて前記識別情報記憶装置に記憶し、（２）前記リセット装置は、前記合焦位置記憶装置の前記合焦位置情報をリセットし、

前記スライドガラス検出装置によって前記スライドガラスの装着動作が検出された場合、前記制御装置は、前記識別情報記憶装置から、前記識別情報検出装置によって検出される前記スライドガラスの前記識別情報に対応する前記合焦位置情報を読み出し、読み出した前記合焦位置情報を前記合焦位置記憶装置に記憶する。

１４．顕微鏡のオートフォーカス制御方法は、

ステージに搭載されたスライドガラス上の標本の像を撮像し、

撮像された前記標本の画像から、対物レンズに対する前記標本の合焦位置を検出し、

記憶装置に前記合焦位置を記憶し、

合焦動作の開始が指示されると、前記記憶装置に記憶された前記合焦位置を中心としたサーチ範囲内で、前記ステージと前記対物レンズとを相対的に移動して新たに前記合焦位置を検出する。

１５．請求項１４に記載の顕微鏡のオートフォーカス制御方法は、

前記スライドガラスが前記対物レンズの光軸上から取り除かれると、前記記憶装置に記憶された前記合焦位置の情報を消去する。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

本発明による顕微鏡システムは、標本を搭載するステージと、ステージに搭載された標本の像を形成する結像光学系と、結像光学系によって形成された標本の像を撮像する撮像装置と、撮像装置によって撮像された標本の画像に基づいて、標本の合焦位置を検出する合焦位置検出装置と、合焦位置検出装置によって検出された合焦位置を記憶する合焦位置記憶装置とを有する。合焦位置検出装置は、合焦動作を行うたびに、合焦位置記憶装置に記憶された合焦位置を中心としたサーチ範囲を設定し、設定したサーチ範囲でステージと結像光学系とを相対的に移動して新たに合焦位置を検出する。